

高齢者の熱中症発症リスクの空間分析 ：兵庫県におけるケーススタディ

連 梓辰¹・田畑 智博²

¹ 非会員 神戸大学大学院生 人間発達環境学研究科(〒657-8501 神戸市灘区鶴甲 3-11)

E-mail: 209d426d@stu.kobe-u.ac.jp

² 正会員 神戸大学准教授 人間発達環境学研究科 (〒657-8501 神戸市灘区鶴甲 3-11)

E-mail: tabata@people.kobe-u.ac.jp (Corresponding Author)

本研究は兵庫県内の市町を事例として、都市の社会・経済的特徴と高齢者の熱中症発症リスクとの関係性を探るため空間分析を行った。聞き取り調査や統計資料から得られたデータをもとに、グループ分析、重力モデル等を用いて、自治体の都市規模別でそれぞれの関係性を分類した。結果として、都市化が進んだ市町は、公衆出入場所や道路における発症者数が高かった。逆に、都市化が進んでいない市町は、農地等の仕事場における発症者数が高かった。また、いずれの都市規模においても住宅内での発症者数が最も多いことを考慮して、二項ロジスティック回帰分析を用いて住宅内での高齢者の熱中症発症リスクと世帯構成との関係性を調べた。その結果、熱中症発症リスクは、単身世帯で最も高いことがわかった。

Key Words: elderly people, heat stroke, industry, spatial analysis, family composition

1. はじめに

近年、都市化や地球温暖化の進展に伴い、夏期の熱中症が関心事となっている。消防庁¹⁾は、2018 年度の熱中症による緊急搬送人員数は 95,137 人となり、2008 年度の調査開始以降最多となったと報告している。熱中症の救急搬送者の増加は、救急搬送や病床等の医療に関わるリソースを圧迫することに繋がる。熱中症への対応は、熱中症のみならず他の疾病・感染症等に関わる医療リソースの圧迫抑制の観点から極めて重要である。そのため、どのような都市や場所で熱中症の発症リスクが高いかどうかを明らかにすることは重要である。

既往研究や調査では、高齢者の発症事例が多いこと²⁾、発症および死亡は熱帯夜、真夏日の暑熱環境指標との関連性が高いこと^{3,4)}、熱波の日に発症数が多いこと^{5,6)}、熱波の日に入院した高齢者は死亡に至るリスクは大きいこと⁷⁾等がわかっている。また、地理的特徴をもとに熱中症発症リスクを明らかにした研究もある^{8,9)}。

他方、熱中症の発症は住宅内が大半を占めており、住宅内での発症が近年急増傾向にある⁹⁾。住宅内の発症には、居住者の経済状況やライフスタイル等に加えて、居住地域の環境等のような様々なファクターが絡み合っていると考えられる。Francesco et al¹⁰⁾は、熱関連死は国内総生産、平均寿命、人口密度、教育水準の高い特徴を持つ国で格差が大きく、且つ緑化率が低く高汚染度の国において大きいと論じている⁹⁾。しかし、都市規模別の

社会・経済等の特徴から、熱中症発症リスクを空間的に分析した研究は少ない。本研究は、兵庫県を事例として、各市町の社会・経済等の特徴をもとに、高齢者の熱中症発症リスクの特徴を空間的に分析する。

2. 研究の方法

(1) 対象地域

兵庫県は、南は瀬戸内海、北は日本海に面し、気候風土が多様である。また、南部は大都市が多く工業地帯が構築されている。逆に、中部・北部は農村が広がっている。本県を対象とすることで、高齢者の熱中症発症の特徴を空間的に分析できると考えた。

(2) 使用したデータ

まず、熱中症に関するデータとして、兵庫県内の消防署・消防本部 24 部局に聞き取り調査を行い、14 部局から 2011 年～2020 年の熱中症救急搬送者に係る情報を入手した。このうち 5 部局(南側沿岸部(1 部局)、内陸部(3 部局)、北側沿岸部(1 部局))は、発症者の年齢、発症場所、発症日などの詳細な情報も入手した。

次に、各市町の経済・産業等に関するデータとして、2016 年の経済センサス(産業別従事者数)¹¹⁾、人口・財政等に関するデータとして 2020 年の社会・人口統計体系(年齢別人口、世帯数、人口・財政力指数等)¹²⁾、2019 年

の市町内総生産(各市町 HP より引用)を用いた。

(3) 熱中症発症リスクの空間分析

上述のデータを組み合わせて、市町別での熱中症発症リスクの特徴を分析する。但し、熱中症発症者の詳細な情報を入手できたのは5部局に留まったため、ここでは各市町を都市規模、あるいはグループで分類し、類似する各部局の熱中症発症者の詳細な情報を当てはめることとした。これを行うため、以下に記す方法で都市規模の分類とグループ分けを行った。

まず、各市町を都市規模の大きさと分類するため、重力モデル(式(1))を用いて市町間の引力を算出し、引力が大きい市町を都市化が進んだ市町と仮定した。これは、市町間の人的・経済的な交流の度合いが強い市町ほど、都市としての経済の活発度も大きいと考えたためである。

$$F_{ij} = G \frac{M_i M_j}{D_{ij}^2} \quad (1)$$

但し、 F_{ij} : 市町 ij の空間的相互作用、 G : 定数(=1)、 M_i 、 M_j : 市町 ij それぞれの都市規模、 D_{ij} : 市町 ij の間の距離。

ここでは、都市規模として市町内総生産と人口・財政力指数を用いた。距離は、各市町の中心を起点として、Arc GIS により距離を算出した。図-1 に各市町の交流の度合いを示す。これより、神戸市、姫路市は近隣地域に対する都市の引力が大きい(=都市規模が大きい)と判断できる。神戸市と姫路市との交流度合いが大きい三木市や太子町では、高齢化率の顕著な増加がみられる。

次に、産業ごとに従事者の割合、人口、世帯、位置条件が都市の構成要素になると仮定して、Arc GIS のグループ分析を用いて各市町を分類する。

(4) 住宅内での熱中症発症リスクの分析

既往研究を踏まえて、高齢者の住宅内での熱中症発症リスクにも着目する。ここでは因子分析を行い、世帯構成の関係から因子を特定する。また、因子得点を用いて、二項ロジスティック回帰分析により高齢者の住宅内発症リスクと世帯形態との関係性を分析する。

3. 結果および考察

(1) 熱中症救急搬送者に係るデータの考察

熱中症発症者の約 8 割は 7~8 月に発症しており、男性、屋外、高齢者が発症リスクの高さに係るキーワードとして抽出された。発症者は神戸市や姫路市のような都市規模が大きい市町に多く、高齢化率の高い市町においても発症率が高い傾向がみられた。消防局ごとの発症率と高齢化率の関係をみると、阪神北播磨のような人口の流動が都市規模の大きい市町に向かう地域において、発



図-1 各市町の交流の度合い

表-1 5歳年齢階級別の年齢調整発症率

	南側沿岸部		内陸部		北側沿岸部	
	女	男	女	男	女	男
0 ~ 4歳	1%	2%	1%	0%	0%	4%
5 ~ 9歳	3%	6%	3%	5%	1%	5%
10 ~ 14歳	4%	17%	17%	22%	22%	31%
15 ~ 19歳	18%	32%	15%	24%	29%	30%
20 ~ 24歳	4%	12%	6%	13%	3%	7%
25 ~ 29歳	4%	6%	3%	10%	2%	8%
30 ~ 34歳	3%	1%	2%	13%	4%	13%
35 ~ 39歳	7%	5%	5%	15%	0%	11%
40 ~ 44歳	6%	6%	5%	26%	7%	16%
45 ~ 49歳	9%	18%	8%	28%	4%	10%
50 ~ 54歳	13%	22%	9%	25%	4%	17%
55 ~ 59歳	9%	12%	10%	21%	7%	15%
60 ~ 64歳	10%	13%	9%	15%	6%	30%
65 ~ 69歳	8%	27%	19%	38%	9%	32%
70 ~ 74歳	16%	31%	17%	45%	15%	35%
75 ~ 79歳	29%	41%	22%	39%	12%	29%
80 ~ 84歳	32%	34%	18%	19%	26%	35%
85 ~ 89歳	23%	13%	16%	8%	16%	15%
90 ~ 94歳	6%	2%	3%	1%	9%	2%

症率が抑制されている傾向がみられた。

熱中症発症者の詳細な情報がある3部局(南側沿岸部、内陸部、北側沿岸部)について、5歳年齢階級別の標準化発症率(各年齢階級別の発症率と各年齢階級別の人口を乗じた結果を総人口で除したもの)を算出した結果を表-1に示す。内陸部や北側沿岸部のような交流度合いが低い市町では、若い年代から男性の発症リスクが高い傾向がみられた。一方、南側沿岸部のような交流度合いの高い市町では、女性の発症リスクが高い傾向がみられた。

南側沿岸部と北側沿岸部における高齢者の発症場所を表-2に示す。既往研究や調査結果と同様に、発症場所の半数以上が住宅内で発生している。北側沿岸部は南側沿岸部よりも住宅内での発症率は低いものの、仕事場での発症率が高い。また、南側沿岸部は道路と公衆出入の場所での発症率も高い。道路と公衆出入の場所でも北部沿岸部の発症率が高い理由として、都心部に近く、南部沿岸部に比べて公共交通機関が整備されており、小売業事業所の分布密度も高いことから、高齢者は徒歩や自転車での移動が多くなるためと考えられる。北部沿岸部にお

表-2 高齢者における発症場所の状況

	南側沿岸部	北側沿岸部
住宅	58.66%	51.78%
道路	23.61%	13.48%
公衆出入の場所	14.37%	8.38%
仕事場	1.12%	6.88%
その他	2.24%	19.49%
総計	100%	100%

いて仕事場での発症率が高い理由として、南部沿岸部に比べて高齢化率が高く、農業が活発な地域であることから、高齢の農業従事者が多いためであると考えられる。

(3) グループ分析の結果

図-2 に示すように、12 のグループに分けられた。これらを大きく、都心(神戸市中央区と兵庫区)、農村(宍粟市等の6市町)、中間地域(都心と農村以外のグループ番号1~10)の3グループに分類した。表-3 に、グループごとの構成要素を示す。都心は兵庫県の経済活動の中心であり、第三次産業が活発であり、都心の全世帯の約半分が単身世帯である。農村は第一次産業が活発であり、高齢化率も35.3%と、県全体の数値(29.0%)よりも高い。

(4) グループごとの世帯形態

高齢者は住宅内の発症率が高く、発症率に地域差がみられた。これを踏まえ、世帯構成員は高齢者の住宅内での発症に影響すると仮定し、人口と世帯に関する変数を代入して因子分析を行った。結果を表-4 に示す。集約されたのは2因子であり、それぞれ因子①「子のいる家族」、因子②「高齢夫婦のみの家族」と解釈された。表-3 に各グループの因子得点を示す。因子②の得点が



図-2 各市町のグループ分け

高い市町に居住している高齢者は、高齢夫婦のみで暮らしている世帯が多い可能性が高い。都心部と第5グループは2因子とも負の得点であったことから、高齢者単身世帯が多い可能性が高い。

(5) 高齢者の住宅内発症リスクの特徴

南側沿岸部(第6グループに所属)と北側沿岸部(第4グループ所属)における高齢者の熱中症搬送者数を被説明変数、因子①と因子②を説明変数として、二項ロジスティック回帰分析を行った結果を表-5 に示す。両説明変数ともに p 値は1%水準で有意であり、因子①と因子②ともに、高齢者の熱中症搬送者数に対して負の係数であった。このことから、同居人がいる高齢者は住宅内での発症リスクが低い可能性があり、逆に高齢者単身世帯は高い可能性が示唆された。

表-3 グループごとの構成要素と因子得点

GROUP	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	都心	農村
1 A 農業、林業	9.47	8.20	0.00	6.42	0.07	0.14	2.05	0.00	13.49	2.77	0.09	28.90
2 B 漁業	0.00	0.63	0.00	1.32	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.60
3 C 鉱業、採石業、砂利採取業	0.00	0.00	0.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.52
4 D 建設業	9.31	7.55	7.86	9.85	8.16	3.48	3.03	8.49	6.64	7.27	3.85	6.95
5 E 製造業	8.63	9.63	6.61	9.76	5.72	1.73	9.95	6.60	13.32	7.13	9.03	8.63
6 F 電気・ガス・熱供給・水道業	0.09	2.38	0.00	0.05	0.02	0.04	0.00	0.00	0.44	0.19	0.30	0.13
7 G 情報通信業	0.80	0.41	2.88	0.33	1.13	1.45	0.00	0.00	0.60	1.71	2.87	0.32
8 H 運輸業、郵便業	3.61	7.00	3.88	3.35	11.45	2.07	2.27	0.00	9.59	5.25	5.09	1.34
9 I 卸売業、小売業	17.83	14.34	8.06	10.54	16.25	12.96	12.22	5.66	11.05	18.11	18.45	8.00
10 J 金融業、保険業	2.46	0.50	0.65	0.08	0.77	1.25	1.08	0.00	0.17	0.65	0.85	0.29
11 K 不動産業、物品賃貸業	7.09	5.79	4.28	3.93	7.08	8.38	0.65	0.00	3.13	5.90	4.41	1.05
12 L 学術研究、専門・技術サービス業	2.64	2.05	13.82	1.04	6.73	9.17	0.65	13.21	3.10	3.38	15.98	2.26
13 M 宿泊業、飲食サービス業	6.15	7.14	5.07	25.67	5.29	5.51	10.05	7.55	7.56	10.40	8.92	5.62
14 N 生活関連サービス業、娯楽業	3.07	7.23	5.02	4.59	2.86	5.12	4.76	31.13	5.61	3.90	3.17	5.71
15 O 教育、学習支援業	1.92	3.48	1.29	1.88	2.87	19.16	7.14	15.09	6.08	3.38	1.70	1.37
16 P 医療、福祉	13.59	13.66	7.01	13.44	19.33	19.47	34.49	0.00	9.98	18.47	7.43	15.92
17 Q 複合サービス事業	0.00	0.00	0.00	0.35	0.01	0.00	3.89	0.00	0.00	0.07	0.00	0.00
18 R サービス業（他に分類されないもの）	13.33	10.02	33.32	7.39	12.25	10.04	7.78	12.26	9.25	11.45	17.86	9.38
19 15歳未満人口	14.31	11.73	13.33	12.04	11.55	13.33	12.41	10.65	12.83	13.25	9.07	11.44
20 15～64歳人口	59.16	53.74	60.11	54.59	59.79	59.50	54.09	56.22	56.72	59.50	61.45	53.15
21 65歳以上人口	26.26	34.25	26.33	33.05	26.78	24.80	33.19	33.01	30.21	26.72	27.41	35.40
22 世帯人口	2.75	2.58	2.51	2.65	2.09	2.29	2.68	2.84	2.83	2.54	1.76	2.87
23 単独世帯数	62.21	56.31	66.17	57.98	51.79	61.26	55.41	61.05	58.42	65.71	37.71	54.39
24 単独世帯率	24.20	27.73	26.77	25.93	43.01	33.68	25.42	18.78	22.36	26.26	58.04	21.55
25 65歳以上の世帯員のいる世帯数	24.72	26.87	26.44	28.10	20.48	22.40	27.03	32.30	26.39	26.09	15.15	29.34
26 高齢夫婦世帯数（高齢夫婦のみ）	13.21	14.78	14.22	15.29	10.67	12.37	14.44	15.99	14.33	14.33	7.57	15.61
27 高齢単身世帯数	9.82	14.86	11.35	12.88	14.79	12.46	12.43	11.01	10.20	11.18	17.96	13.16
規模	4	3	1	4	4	2	1	1	7	14	2	6
因子得点												
因子① 子のいる家族	0.65	-0.17	1.22	0.05	-0.67	0.59	-0.31	0.43	0.10	1.15	-2.53	-0.49
因子② 高齢夫婦のみの家族	-0.16	0.54	-0.93	0.55	-1.08	-1.24	0.87	1.00	0.73	-0.79	-1.10	1.61

表-4 因子分析の結果

変 数	因子①	因子②
15歳未満人口	0.82	
15～64歳人口		-0.90
65歳以上人口	-0.19	0.91
世帯人口		0.78
核家族世帯数	1.00	
単独世帯数	-0.74	-0.67
65歳以上の世帯員がいる核家族世帯数		0.75
高齢夫婦世帯数（高齢夫婦のみ）	0.67	
高齢単身世帯数	-0.85	-0.26
固有値	4.149	3.859
寄与率	46.10%	42.88%
累積寄与率	46.10%	88.97%

表-5 二項ロジスティック回帰分析

変 数	偏回帰係数	オッズ比	オッズ比の95%信頼区間	p 値
因子①	-2.71	0.07	0.051-0.087	$p < 0.01$ **
因子②	-0.43	0.65	0.54-0.79	$p < 0.01$ **

* : $p < 0.05$ ** : $p < 0.01$

4. おわりに

本研究は社会・経済等の特徴をもとに、兵庫県各市町における高齢者の熱中症発症リスクの特徴を空間的に分析した。結果として、高齢者の熱中症の発症場所には地域差があることがわかった。これには、都心部や農村部における高齢者の生活の違いやライフスタイル等が関わっている可能性がある。高齢者単独世帯は、住宅内での発症リスクを高める可能性があることが示唆された。

謝辞

兵庫県内の消防署から熱中症搬送車に関するデー

タを頂きました。ここに記して、謝意を表します。

参考文献

- 1) 消防庁救急企画室：平成 30 年度の熱中症による緊急搬送状況, https://www.fdma.go.jp/publication/ugoki/itms/3011_05.pdf
- 2) 国立環境研究所：環境儀 No.32「熱中症の原因を探る－救急搬送データから見るその実態と将来予測」, <http://www.nies.go.jp/kanko/kankyogi/32/32.pdf>
- 3) 中井誠一：熱中症死亡数と気象条件, 日本生気象学会雑誌, Vol.30, p.169-177, 1993.
- 4) 星 秋夫, 稲葉 裕：人口動態統計を利用した発生場所からみた暑熱障害の死亡率, 日本生気象学雑誌, Vol.39, pp.37-46, 2002.
- 5) 中井誠一, 新里寛英, 森本武利：熱中症発生に関する疫学的検討, 日本生気象学会雑誌, Vol.33, pp.71-77, 1996.
- 6) 潘 梅竹, 许 慧慧, 东 春阳, 周 晓丹, 张 江华, 钱海雷：2013–2017 年上海重症中暑病例死亡的相关因素分析, 中华预防医学杂志, Vol.53, pp.93-96, 2019.
- 7) Lye, M, Kamal, A.: Effect of a heatwave on mortality-rates in elderly inpatients, Lancet, Vol.5, pp.529-531, 1977.
- 8) 福井健弘：日本における夏季の WBGT(湿球黒球温度)の地理的分布に関する気候学的考察, 法政大学地理学会, 法政地理, Vol.50, pp.1-14, 2018.
- 9) 星 秋夫, 中井誠一, 金田英子, 山本 享, 稲葉 裕：わが国における熱中症死亡の地域差, 日本生気象学会雑誌, Vol.47, pp.175-184, 2010.
- 10) Francesco, S, Ben, A, 他 34 名: How urban characteristics affect vulnerability to heat and cold, International Journal of Epidemiology, Vol.48, pp.1101-1112, 2019.
- 11) 総務省：平成 28 年経済センサス - 活動調査, <https://www.stat.go.jp/data/e-census/2016/index.html>
- 12) 総務省：社会・人口統計体系, <https://www.e-stat.go.jp/regional-statistics/ssdsviiew>

(Received June 25, 2021)

SPATIAL ANALYSIS OF HEAT STROKE RISK IN ELDERLY PEOPLE : A CASE STUDY OF HYOGO PREFECTURE, JAPAN

Tzu Chen LIEN and Tomohiro TABATA

This study conducted spatial analysis to clarify the relationship between the incidence of heat stroke in elderly people and local municipalities' social, and economic characteristics using Hyogo Prefecture, Japan as a case study. Based on the collected data, the characteristics of each local municipality were classified using grouping analysis, gravity model, among others. The results revealed that, for highly urban areas, the incidence of heat stroke was high in public access areas, whereas, for highly rural areas, the incidence was high in places such as farmlands. Another result showed that the highest incidence of heat stroke occurred in houses irrespective of the city scale. Hence, a binomial logistic regression analysis was applied to investigate the relationship between the risk of heat stroke in housing and the household composition. The results revealed that the risk of heat stroke was highest in elderly single-person households.